

В заключение можно отметить, что с учетом краткосрочности прогнозирования эффективности функционирования лесотранспортных систем итоговый функционал (1)–(8) должен корректироваться на влияние риск-образующих факторов $E(t)$ каждый период времени t .

Библиографический список

1. От переходного периода к трансформации: устойчивое и всеобъемлющее развитие в Европе и Центральной Азии // Докл. Европ. экон. комиссии ООН. – Нью-Йорк: Женева, 2012. – 156 с.
2. Broman G. I. and Robert K.-H. A framework for strategic sustainable development // Journal of Cleaner Production. – 2017. – Vol. 140. – P. 17-31.
3. Ковалев Р. Н., Гуров С. В. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого лесопользования: моногр. – Екатеринбург, 1996. – 250 с.
4. Ковязин В. Ф., Романчиков А. Ю. Проблема кадастровой оценки лесных земель с учетом инфраструктуры лесного фонда // Записки Горного института. – СПб, 2018. – Т. 229. – С. 98–104.
5. Тыртышный Н. Н. Управление логистическими рисками при перевозке грузов морским транспортом: дис. ... канд. экон. наук / Н. Н. Тыртышный. – Ростов-н/Д, 2013.

УДК 625.711.84

И. Н. Кручинин, Я. И. Абрамов
(I. N. Kruchinin, Y. I. Abramov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (INFORMATION TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF FOREST AUTOMOBILE ROADS)

В представленной работе выполнен анализ современных методов и программных средств проектирования лесовозных дорог. Предложены достаточно развитые программные продукты и методы моделирования и оптимизации, которые могут эффективно использоваться для проектирования лесных лесовозных дорог.

In the presented work, the analysis of modern methods and software for the design of forest roads is carried out. Sufficiently developed software products

and methods of modeling and optimization which can be effectively used for the design of forest roads are proposed.

Одним из основных элементов функционирования лесной отрасли при освоении лесосырьевых баз служит транспортная инфраструктура. Значимость этого элемента отмечена в стратегии развития лесного комплекса РФ на период до 2030 г., где предусмотрен ряд мероприятий, обеспечивающих дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры:

- внедрение новых современных технологий при строительстве лесных дорог и иной инфраструктуры;
- совершенствование правил и нормативов в отношении защитных лесов для обеспечения сырьем локальных рынков и существующих производств [1].

Развитие сети лесовозных дорог необходимо не только для повышения доступности лесных ресурсов, повышения экономической эффективности предприятий, но и для повышения уровня лесопожарной безопасности лесов. В настоящее время в области информационных технологий создано много программных средств, которые предназначены или могут использоваться для проектирования автомобильных дорог. Поскольку каждый программный продукт имеет свои функциональные возможности, то для практики проектирования, а также для учебного процесса будут полезны соответствующий анализ и рекомендации по использованию программ с учетом специфики решаемых задач. Также актуальной является проблема наиболее эффективного использования теоретических подходов и методов моделирования в дорожном строительстве.

Целью настоящей работы является анализ возможностей специализированных компьютерных средств и современных методов моделирования при проектировании лесных лесовозных дорог.

Традиционные методы проектирования лесных дорог состоят из подготовительного этапа, сбора, обработки картографических и инженерно-геологических материалов, на основании которых составляется схема освоения лесного массива, производятся трассирование и обоснование вариантов трассы. При этом используется традиционное геодезическое и инженерно-геологическое оборудование, обеспечивающее изыскания лесных дорог в полосе шириной не более пятидесяти метров. Информация, полученная таким образом, не позволяет достаточно точно найти оптимальное расположения проектируемой трассы лесовозной дороги.

В настоящее время на базе информационных технологий происходит интенсивное создание и внедрение новых методов, построенных на сборе информации с использованием аэроизысканий, стереофотограмметрии и электронной тахеометрии, направленных на получение исходной топогео-

дезической и инженерно-геологической информации в пределах полосы варьирования трассы для разработки проекта дороги [2].

Например, программный комплекс Autodesk InfraWorks [2]. Программа создает модель местности на основе данных, подгружаемых из открытых источников. Аэроснимки со спутников загружаются из системы Microsoft Bing Maps и накладываются на рельеф. Данные о водных ресурсах, дорогах загружаются из базы OpenStreetMap. Это позволяет проектировать при недостаточности исходных данных, например, даже при отсутствии основных данных о существующем рельефе местности.

Наиболее эффективным можно считать концептуальное проектирование, которое позволяет произвести анализ моделей. Созданная модель определяет информацию о высотных отметках рельефа, уклонах, позволяет реализовать анализ территории на подтопление, а также собрать и обработать статистику по рельефу об объемах насыпи земляного полотна, объемах выемки грунта, а в результате оптимизировать проект производства работ или повысить эффективность принятия решений. Благодаря использованию на таком уровне информационных технологий появляются более обоснованные технико-экономические проектные решения. Также большим преимуществом в этом случае является дальнейшая передача информационной базы для других процедур проектирования или в другие программные комплексы.

При развитой информационной поддержке формируется жизненный цикл модели лесной дороги в следующем виде:

- 1 – этап планирования и анализа. На этом этапе формируются и определяются требуемые технические характеристики лесотранспортной сети;
- 2 – этап проектирование объекта. При проектировании лесотранспортной сети определяются конструктивные параметры лесных дорог, рассчитываются технико-экономические показатели функционирования сети;
- 3 – этап строительства лесных дорог, напрямую зависит от метода проектирования лесотранспортной сети;
- 4 – этап эксплуатации объекта. Конечный этап жизни модели.

В процессе эксплуатации лесотранспортной сети перед системой управления встает целый ряд задач, например задачи инвентаризации и паспортизации лесных дорог, задачи оценки изменения их транспортно-эксплуатационного состояния. Данный класс задач является базовым в управлении дорожными сетями [3].

Исходя из предложенного жизненного цикла при проектировании лесных дорог, решаются следующие основные задачи:

- 1) улучшение транспортной доступности лесных дорог;
- 2) оценка экономической эффективности эксплуатации лесотранспортной сети;

3) оптимизация продольного профиля и плана трассы, за счет динамической связки в комплексном проектировании;

4) оценка распределения земляных масс: разработка, перемещение и уплотнение грунта, запасы материалов для строительства, затраты на земляные работы.

Для их решений применяется моделирование лесотранспортных сетей с использованием методов многокритериальной оптимизации и пространственного анализа на базе растровых моделей:

оптимизация стоимости перевозки и планирование сети лесных дорог; оценка доступности территории с учетом способов лесозаготовки, определение уклонов дорог, размещение дороги с учетом влажности и уклонов местности, местоположения и размеров водопропускных сооружений, моделирование сети лесных дорог [4].

Таким образом, при реализации жизненного цикла лесных дорог становится необходимым использование технологии информационного моделирования.

Информационное моделирование Building Information Model (BIM) – комплексное проектирование, включающее функциональные характеристики объектов. Это ресурс информации об объекте на протяжении всего его жизненного цикла от предпроектных работ до полной реконструкции дороги.

Информационное моделирование включает использование различных систем автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационных систем (ГИС). САПР формирует технологическую, конструктивную и экономическую части, а ГИС-системы позволяют обращаться к этой информации.

Информационное моделирование выявляет ошибки в проекте на ранних стадиях, повышая качество проектной и рабочей документации. Сохранение накопленной информации упрощает работу с объектом с самого начала предпроектных работ [5]. С помощью BIM-технологий информация о проектируемом объекте объединяется в единую базу данных.

Информационное моделирование позволяет произвести оцифровку всей лесной транспортной инфраструктуры и решает такие задачи:

- транспортное освоения лесных участков;
- система управления лесными дорогами;
- повышение уровня лесопожарной безопасности лесов;
- повышение экономической эффективности лесопромышленных предприятий;
- моделирование и оптимизация трасс лесных дорог для долгосрочного планирования лесопользования;
- моделирование и оптимизация набора лесосек в рубку в соответствии с действующими нормативами.

Лесная лесовозная дорога – это многофункциональный объект, при строительстве которого необходимо учитывать требования как других отраслей, так и запросы населения, что требует выработки долгосрочной стратегии и плана развития лесотранспортных сетей регионов.

В заключение можно отметить следующее.

Согласно стратегии развития лесного комплекса, для реализации поставленных задач в настоящее время требуется использовать современные методы проектирования лесных дорог. Достаточно развитой является система IndorCAD как программный продукт российской компании «ИндорСофт» для сопровождения этапа проектирования объекта инфраструктуры в рамках жизненного цикла объекта. Возможности системы реализуют концепцию информационного моделирования, позволяющую в процессе проектирования создавать не только совокупность конструкторской документации и описаний будущего объекта строительства, но и информационную модель, которая выступает в качестве общего ресурса данных и получения информации об объекте, обеспечивая принятие оптимальных решений при проектировании лесных дорог.

Библиографический список

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. – М., 2018. – 40 с.
2. Баранов А. Н. Теоретические основы проектирования и эксплуатации лесовозных дорог: учеб. пособие. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 169 с.
3. Шошина К. В., Гурьев А. Т., Алешко Р. А. Анализ жизненного цикла лесных дорог // Молодой ученый. – 2015. – № 13.1 (93.1). – С. 33–35. – URL: <https://moluch.ru/archive/93/20841/> (дата обращения: 18.09.2020).
4. Громская Л. Я., Симоненков М. В. Современное состояние моделирования и оптимизации лесных дорог // Известия вузов. Лесной журнал. – 2016. – №5 (353). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-modelirovaniya-i-optimizatsii-lesnyh-dorog> (дата обращения: 20.09.2020).
5. Леконцева Д. Д., Кавыева И. А. Применение BIM-технологии в транспортном строительстве // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: матер. II Междунар. студ. конф. Секция 1: Современные направления в проектировании и строительстве транспортных сооружений. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 35-38.